



(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl. (11) 공개번호 10-2007-0003619  
H05B 33/20 (2006.01) (43) 공개일자 2007년01월05일

(21) 출원번호 10-2006-0059180  
(22) 출원일자 2006년06월29일  
심사청구일자 없음

(30) 우선권주장 JP-P-2005-00193215 2005년06월30일 일본(JP)

(71) 출원인 산요덴키가부시킴이샤  
일본 오사카후 모리구치시 게이한 혼도오리 2쵸메 5반 5고

(72) 발명자 하마다, 유지  
일본 636-0934 나라깡 이꼬마군 헤구리쵸 하쓰까다이 2-6-36  
하시모또, 하루히사  
일본 562-0005 오사카후 미노시 니이나 5-9-20  
이요리, 마사히로  
일본 573-1192 오사카후 히라까따시 니시긴야 1-10-3  
니시무라, 가즈끼  
일본 651-2109 효고깡 고베시 니시꾸 켄카이미나미마찌 2-6-16  
오꾸모또, 겐지  
일본 570-0094 오사카후 모리구찌시 게이한 기따혼도리 4-13-303  
나카이, 마사야  
일본 573-0026 오사카후 히라까따시 아사히가오까쵸 10-49

(74) 대리인 주성민  
장수길

전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 유기 전계 발광 소자 및 그것을 구비하는 표시 장치 또는 발광 장치

(57) 요약

본 발명은 수명이 긴 유기 전계 발광 소자를 제공하는 것을 목적으로 하고 있다. 본 목적을 달성하기 위해, 양극과 음극 사이에 유기 재료를 포함하는 발광층을 구비하여 이루어지는 유기 전계 발광 소자에서, 상기 양극과 상기 발광층 사이에 상기 양극으로부터 주입된 홀을 상기 발광층을 향해 수송하기 위한 홀 수송층을 설치한다. 그와 동시에, 상기 홀 수송층과 상기 발광층 사이에 상기 홀 수송층과 상기 발광층의 각 최저 공분자 궤도의 에너지 준위보다 낮은 최저 공분자 궤도의 에너지 준위를 갖는 중간층을 설치한다.

대표도

도 1

## 특허청구의 범위

### 청구항 1.

양극과 음극 사이에 유기 재료를 포함하는 발광층을 구비하는 유기 전계 발광 소자에 있어서,

상기 양극과 상기 발광층 사이에 홀 수송층을 설치하고,

상기 홀 수송층과 상기 발광층 사이에 중간층을 설치하고,

상기 중간층이 상기 홀 수송층과 상기 발광층의 각 최저 공분자 궤도의 에너지 준위보다 낮은 최저 공분자 궤도의 에너지 준위를 갖는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

### 청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 발광층의 최고 피점유 분자 궤도의 에너지 준위와 상기 중간층의 최저 공분자 궤도의 에너지 준위의 차가 약 1.5 eV 이내인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

### 청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 양극과 홀 수송층 사이에 홀 주입층을 추가로 설치하고,

상기 홀 주입층이 상기 양극으로부터의 홀을 홀 수송층으로 주입하고,

상기 홀 수송층의 최고 피점유 분자 궤도의 에너지 준위와 상기 홀 주입층의 최저 공분자 궤도의 에너지 준위의 차가 약 1.5 eV 이내인 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

### 청구항 4.

제3항에 있어서, 상기 중간층과 상기 홀 주입층이 동일한 재료로 이루어지는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

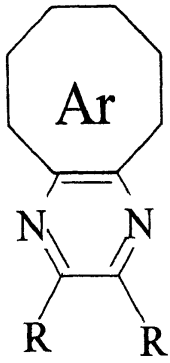
### 청구항 5.

양극, 아민 유도체를 포함하는 홀 수송층, 발광층, 전자 수송층, 및

상기 홀 수송층과 상기 발광층 사이에 설치된 중간층을 포함하고,

상기 중간층이 하기 화학식 1로 표시되는 분자 구조를 갖는 피라진 유도체를 적어도 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

<화학식 1>



피라진 유도체

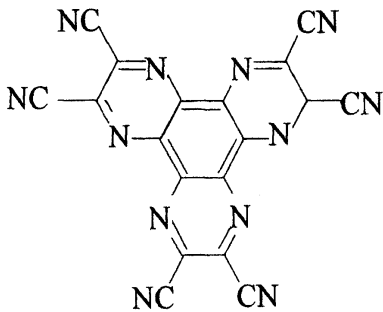
Ar: 아릴기

R:  $-H$ ,  $-C_nH_{2n+1}$  ( $n=1 \sim 10$ )  
 $-OC_nH_{2n+1}$  ( $n=1 \sim 10$ ),  
 $-N(C_nH_{2n+1})_2$  ( $n=1 \sim 10$ ),  
 $-X$  ( $X = F, Cl, Br, I$ ),  $-CN$ ,

청구항 6.

제5항에 있어서, 상기 피라진 유도체가 하기 화학식 2로 표시되는 분자 구조를 갖는 재료를 적어도 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

<화학식 2>



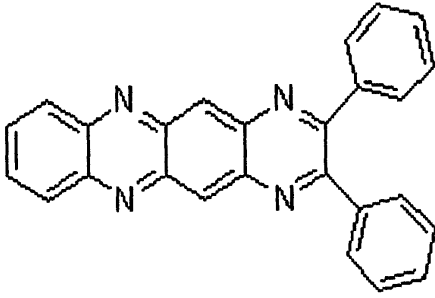
청구항 7.

양극, 아민 유도체를 포함하는 홀 수송층, 발광층, 전자 수송층, 및

상기 홀 수송층과 상기 발광층 사이에 설치된 중간층을 포함하고,

상기 중간층이 하기 화학식 3으로 표시되는 분자 구조를 갖는 재료를 적어도 포함하는 것을 특징으로 하는 유기 전계 발광 소자.

<화학식 3>



**청구항 8.**

제1항, 제5항 및 제7항 중 어느 한 항에 기재된 유기 전계 발광 소자를 1개 이상 이용한 표시 장치.

**청구항 9.**

제8항에 있어서, 상기 발광층의 최고 피점유 분자 궤도의 에너지 준위와 상기 중간층의 최저 공분자 궤도의 에너지 준위의 차이가 약 1.5 eV 이내인 것을 특징으로 하는 표시 장치.

**청구항 10.**

제1항, 제5항 및 제7항 중 어느 한 항에 기재된 유기 전계 발광 소자를 1개 이상 이용한 발광 장치.

**청구항 11.**

제10항에 있어서, 상기 발광층의 최고 피점유 분자 궤도의 에너지 준위와 상기 중간층의 최저 공분자 궤도의 에너지 준위의 차이가 약 1.5 eV 이내인 것을 특징으로 하는 발광 장치.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**발명의 목적**

**발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

본 발명은 유기 전계 발광 소자 및 그것을 구비하는 표시 장치 또는 발광 장치에 관한 것이다.

최근, 정보 기기의 다양화에 따라, 일반적으로 사용되고 있는 CRT(음극선관)에 비해 소비 전력이 적은 평면 표시 소자에 대한 필요성이 높아지고 있다. 이러한 평면 표시 소자의 하나로서, 고효율·박형·경량·저시야각 의존성 등의 특징을 갖는 유기 전계 발광 소자(이하, 유기 EL 소자로 약기함)가 주목받고 있다.

현재의 일반적인 유기 EL 소자는, 양극인 홀 주입 전극과 음극인 전자 주입 전극 사이에 양극으로부터 주입되는 홀을 수송하기 위한 홀 수송층, 홀 수송층에 의해 수송된 홀을 전자와 재결합시켜 발광을 행하는 발광층 및 발광층을 향해 음극으로부터의 전자를 수송하는 전자 수송층이 차례로 형성된 적층 구조를 갖는다(예를 들면, 일본 특허 공개 제2004-179142호 공보 참조).

상기한 구성을 갖는 유기 EL 소자에서는 발광층에서 전자와 홀이 재결합함으로써 소정의 파장의 빛을 발생시키기 때문에, 충분한 발광 휘도를 얻기 위해서는 음극으로부터 발광층으로 부여되는 전자 및 양극으로부터 발광층으로 부여되는 홀이 충분히 많은 것이 요망된다.

그러나, 발광층으로 부여되는 전자가 다량이 되면, 발광층에서 재결합에 기여하지 않은 잉여 전자가 생기기 때문에, 이 잉여 전자가 홀 수송층 중에 도달하는 경우, 이 전자가 홀 수송층을 구성하는 유기 재료에 악영향을 미칠 염려가 있다.

예를 들면, 유기 EL 소자에서는 양극으로부터 주입된 홀을 홀 수송층의 재료로서 일반적으로 트리아릴아민 유도체 등의 아민 유도체를 이용하지만, 아민 유도체의 경우에는 아민의 질소에 전자가 작용하여 분자 구성이 파손되기 때문에, 홀 수송 능력이 열화되어 유기 EL 소자의 수명이 저하되는 문제점을 초래하였다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 유기 EL 소자 및 그것을 구비하는 표시 장치 또는 발광 장치의 장기 수명화를 도모하는 것이다.

### 발명의 구성

양극과 음극 사이에 유기 재료를 포함하는 발광층을 구비하는 유기 전계 발광 소자에서, 양극과 발광층 사이에 설치된 홀 수송층과, 홀 수송층과 발광층 사이에 설치된 중간층과, 중간층은 홀 수송층과 발광층의 각 최저 공분자 궤도의 에너지 준위보다 낮으며, 최저 공분자 궤도의 에너지 준위를 갖는 것을 특징으로 한다.

특히 한정되지 않지만, 상술한 유기 전계 발광 소자에서는 양극, 홀의 수송을 촉진하는 홀 수송층, 중간층, 발광층 및 음극이 차례로 설치되어 있다. 이에 따라, 유기 전계 발광 소자의 구동시에는 음극으로부터 발광층으로 전자가 주입되며, 양극으로부터 발광층으로 홀이 주입된다. 그 결과, 발광층에서 전자와 홀이 재결합하여, 발광층이 발광한다.

이 경우, 중간층의 최저 공분자 궤도(LUMO: Lowest Unoccupied Molecular Orbital)는 홀 수송층과 발광층의 LUMO보다 낮은 준위를 갖는다. 이에 따라, 중간층 내에서 발광층을 통과하는 잉여 전자가 중간층 내에 트랩된다. 그 결과, 홀 수송층으로 이동하는 전자를 감소시킬 수 있으며, 홀 수송층의 열화가 억제되어 유기 전계 발광 소자의 수명이 길어진다.

또한, 발광층의 최고 피점유 분자 궤도(HOMO: Highest Occupied Molecular Orbital)의 에너지 준위와 상기 중간층의 LUMO의 에너지 준위의 차가 1.5 eV 이내로 구성한다.

이 경우, 중간층의 LUMO의 에너지 준위와 상기 중간층과 인접하는 발광층의 HOMO의 에너지 준위의 차가 작기 때문에, 중간층이 발광층으로부터 전자를 끌어당겨, 상기 발광층 내에 홀을 발생시킨다. 이 홀이 발광층 내에서 전자와 재결합하여 발광층이 발광한다. 따라서, 발광 효율이 향상됨과 동시에, 그만큼 발광층에서의 홀과 전자의 재결합이 촉진되기 때문에, 잉여 전자 자체를 감소시킬 수 있으며, 홀 수송층의 열화의 억제에 기여한다.

또한, 양극과 홀 수송층 사이에 홀 주입층을 추가로 설치하며, 홀 주입층은 양극으로부터의 홀을 홀 수송층에 주입하고, 홀 주입층의 HOMO의 에너지 준위와 홀 주입층의 LUMO의 에너지 준위의 차를 약 1.5 eV 이내로 할 수도 있다.

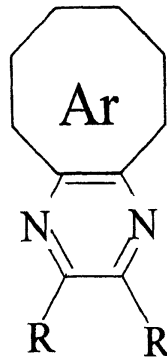
홀 주입층의 LUMO의 에너지 준위와 홀 수송층의 HOMO의 에너지 준위의 차가 작기 때문에, 홀 주입층이 홀 수송층으로부터 전자를 끌어당겨, 상기 홀 수송층 내에 홀을 발생시킨다. 이 홀이 본 발명에 따른 유기 전계 발광 소자 내의 전계에 의해 발광층 내로 이동하며, 발광층 내에서 전자와 재결합하여 발광층이 발광한다. 따라서, 발광 효율이 향상되어, 잉여 전자 자체의 감소에 의한 홀 수송층의 열화 억제에도 기여한다.

또한, 중간층과 홀 주입층이 동일한 재료로 구성될 수도 있다.

이 경우, 중간층과 홀 주입층으로서 별도의 재료를 준비할 필요가 없기 때문에, 재료의 수를 감소시킬 수 있고, 또한 중간층과 홀 주입층 각각의 성막 장치를 겸용할 수 있다. 따라서, 제조 비용의 삭감에 기여할 수 있다.

양극, 아민 유도체를 포함하는 홀 수송층, 발광층, 전자 수송층, 홀 수송층과 발광층 사이에 설치된 중간층과, 이 중간층은 하기 화학식 1로 표시되는 분자 구조를 갖는 피라진 유도체를 적어도 포함하는 것을 특징으로 한다.

화학식 1



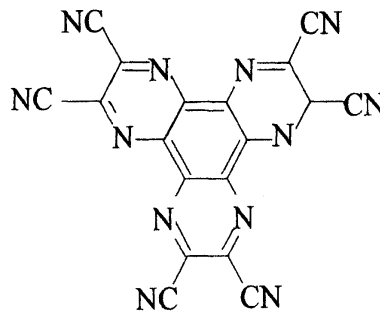
피라진 유도체

Ar: 아릴기

R:  $-H$ ,  $-C_nH_{2n+1}$  ( $n=1 \sim 10$ ),  
 $-OC_nH_{2n+1}$  ( $n=1 \sim 10$ ),  
 $-N(C_nH_{2n+1})_2$  ( $n=1 \sim 10$ ),  
 $-X$  ( $X = F, Cl, Br, I$ ),  $-CN$ ,

또한, 피라진 유도체는 하기 화학식 2로 표시되는 분자 구조를 갖는 재료를 적어도 포함하도록 구성할 수도 있다.

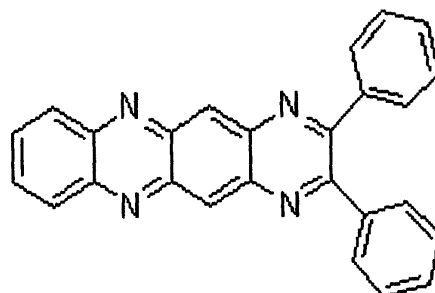
화학식 2



화학식 2로 표시되는 분자 구조를 갖는 재료는 LUMO의 에너지 준위가 낮기 때문에, 이것을 중간층으로서 이용하는 경우, 중간층의 LUMO를 홀 수송층과 발광층의 LUMO보다 낮은 준위로 설정할 수 있다. 이에 따라, 중간층 내에서도 발광층을 통과한 전자가 트랩된다. 이에 따라, 발광층으로부터 중간층을 통과하여 홀 수송층으로 이동하는 전자를 감소시킬 수 있다. 그 결과, 이러한 전자에 의한 아민 유도체를 포함하는 홀 수송층의 열화가 감소되어, 유기 전계 발광 소자의 수명이 길어진다.

양극, 아민 유도체를 포함하는 홀 수송층, 발광층, 전자 수송층, 홀 수송층과 발광층 사이에 설치된 중간층과, 이 중간층은 하기 화학식 3으로 표시되는 분자 구조를 갖는 재료를 적어도 포함한다.

화학식 3



화학식 3으로 표시되는 분자 구조를 갖는 피라진 유도체는 LUMO의 에너지 준위가 낮기 때문에, 이것을 중간층으로서 이용하는 경우, 중간층의 LUMO를 홀 수송층과 발광층의 LUMO보다 낮은 준위로 설정할 수 있다. 이에 따라, 중간층 내에서도 발광층을 통과한 전자가 트랩된다. 이에 따라, 발광층으로부터 중간층을 통과하여 홀 수송층으로 이동하는 전자를 감소시킬 수 있다. 그 결과, 이러한 전자에 의한 아민 유도체를 포함하는 홀 수송층의 열화가 감소되어, 유기 전계 발광 소자의 수명이 길어진다.

또한, 상술한 유기 전계 발광 소자를 1개 이상 이용하여 표시 장치를 구성할 수도 있다. 이 경우, 발광층의 HOMO의 에너지 준위와 중간층의 LUMO의 에너지 준위의 차가 약 1.5 eV 이내인 것을 특징으로 할 수도 있다.

또한, 상술한 유기 전계 발광 소자를 1개 이상 이용하여 발광 장치를 구성할 수도 있다. 이 경우, 발광층의 HOMO의 에너지 준위와 중간층의 LUMO의 에너지 준위의 차가 약 1.5 eV 이내인 것을 특징으로 할 수도 있다.

#### <발명을 실시하기 위한 최선의 형태>

이하, 본 발명에 따른 유기 전계 발광(이하, 유기 EL로 칭함) 소자 및 그것을 구비하는 표시 장치 또는 발광 장치에 대하여 도면을 참조하면서 설명한다.

도 1은 실시 형태에 따른 유기 EL 소자를 구비하는 표시 장치의 1 화소를 구성하는 유기 EL 소자를 나타내는 단면도이다.

도 1에 도시한 바와 같이, 유리 또는 플라스틱 등을 포함하는 투명한 기판 (1) 위에, 예를 들면 산화 실리콘( $\text{SiO}_2$ )을 포함하는 층과 질화 실리콘( $\text{SiN}_x$ )을 포함하는 층의 적층막 (11)이 형성된다.

적층막 (11) 위의 일부에 TFT(박막 트랜지스터) (20)이 형성된다. TFT (20)은 채널 영역 (12), 드레인 전극 (13d), 소스 전극 (13s), 게이트 산화막 (14) 및 게이트 전극 (15)을 포함한다.

예를 들면, 적층막 (11) 위의 일부에 폴리 실리콘층 등을 포함하는 채널 영역 (12)가 형성된다. 채널 영역 (12) 위에는 드레인 전극 (13d) 및 소스 전극 (13s)가 형성된다. 채널 영역 (12) 위에 게이트 산화막 (14)가 형성된다. 게이트 산화막 (14) 위에 게이트 전극 (15)가 형성된다.

TFT (20)의 드레인 전극 (13d)는 후술하는 양극 (2)에 접속되며, TFT (20)의 소스 전극 (13s)는 전원선(도시하지 않음)에 접속된다.

게이트 전극 (15)를 덮도록 게이트 산화막 (14) 위에 제1 층간 절연막 (16)이 형성된다. 드레인 전극 (13d) 및 소스 전극 (13s)를 덮도록 제1 층간 절연막 (16) 위에 제2 층간 절연막 (17)이 형성된다. 게이트 전극 (15)는 전극(도시하지 않음)에 접속된다.

또한, 게이트 산화막 (14)는 예를 들면 질화 실리콘을 포함하는 층과 산화 실리콘을 포함하는 층의 적층 구조를 갖는다. 또한, 제1 층간 절연막 (16)은 예를 들면 산화 실리콘을 포함하는 층과 질화 실리콘을 포함하는 층의 적층 구조를 가지며, 제2 층간 절연막 (17)은 예를 들면 질화 실리콘을 포함한다.

제2 층간 절연막 (17) 위에 적색 컬러 필터층 CFR, 녹색 컬러 필터층 CFG 및 청색 컬러 필터층 CFB가 각각 형성된다. 적색 컬러 필터층 CFR은 적색의 파장 영역의 빛을 투과시키고, 녹색 컬러 필터층 CFG는 녹색의 파장 영역의 빛을 투과시키고, 청색 컬러 필터층 CFB는 청색의 파장 영역의 빛을 투과시킨다. 또한, 도 1에서는 청색 컬러 필터층 CFB를 예시한다. 청색 컬러 필터층 CFB는 400 nm 내지 530 nm의 파장 영역의 빛을 70 % 이상 투과시키는 것이 바람직하며, 80 % 이상 투과시키는 것이 보다 바람직하다.

적색 컬러 필터층 CFR, 녹색 컬러 필터층 CFG 및 청색 컬러 필터층 CFB를 덮도록 제2 층간 절연막 (17) 위에, 예를 들면 아크릴 수지 등을 포함하는 제1 평탄화층 (18)이 형성된다.

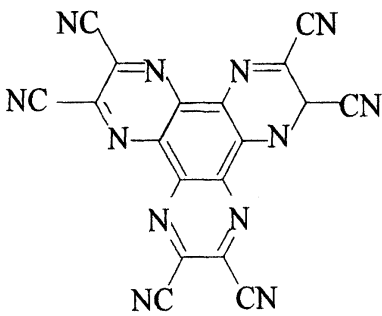
제1 평탄화층 (18) 위에 유기 EL 소자 (100)이 형성된다. 유기 EL 소자 (100)은 양극인 양극 (2), 홀 주입층 (3), 홀 수송층 (4), 주황색 발광층 (5), 청색 발광층 (6), 전자 수송층 (7) 및 음극인 음극 (8)을 차례로 구비하며, 홀 수송층 (4)와 주황색 발광층 (5) 사이에는 중간층 (10)이 설치되어 있다. 제1 평탄화층 (18) 위에 양극 (2)가 각 화소마다 형성되며, 화소간의 영

역에서 양극 (2)의 주변부를 덮도록 절연성의 제2 평탄화층 (19)가 형성된다. 또한, 양극 (2)는 예를 들면 인듐-주석 산화물(ITO) 등의 투명한 금속 산화막과 플라즈마 CVD법(플라즈마 화학적 기상 성장법)에 의해 형성된  $CF_x$ (불화탄소)의 2층 구성이 이용된다.

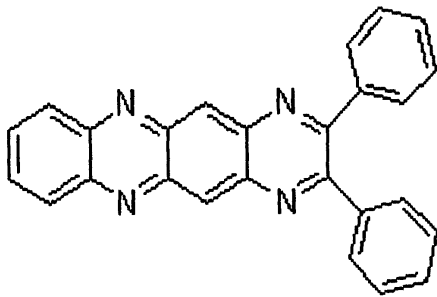
상기 홀 주입층 (3)은 예를 들면, 하기 화학식 2로 표시되는 헥사아자트리페닐렌헥사카르보닐트릴(이하, HAT-CN6으로 약기함) 등의 유기 재료를 포함한다. 또한, 예를 들면 하기 화학식 3으로 표시되는 2,3-디페닐-1,4,6,11-테트라아자-나프타센(이하, DTN으로 약기함) 등의 유기 재료를 사용할 수도 있다.

HAT-CN6의 LUMO 준위(이하, LUMO 준위는 절대값으로 나타내기로 함)는 4.4 eV이며, HOMO 준위(이하, HOMO 준위는 절대값으로 나타내기로 함)는 7.0 eV이다. 또한, DTN의 LUMO 준위는 3.9 eV이며, HOMO 준위는 6.5 eV이다. 또한, LUMO 준위 및 HOMO 준위를 절대값으로 나타냄으로써, LUMO 및 HOMO의 에너지의 값이 작을수록 준위가 높아진다.

<화학식 2>



<화학식 3>

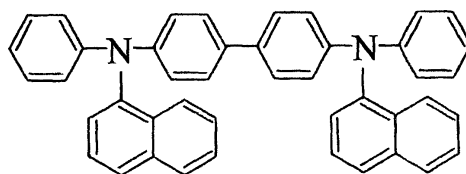


홀 주입층 (3) 위에는 홀 수송층 (4), 중간층 (10), 주황색 발광층 (5), 청색 발광층 (6) 및 전자 수송층 (7)이 차례로 형성된다. 또한, 이 전자 수송층 (7) 위에, 예를 들면 알루미늄 등을 포함하는 음극인 음극 (8)이 형성된다.

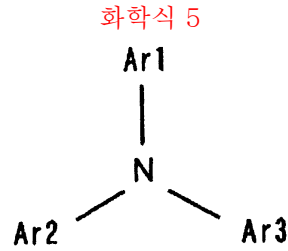
홀 수송층 (4)는 예를 들면, 하기 화학식 4로 표시되는 N,N'-디(1-나프틸)-N,N'-디페닐-벤지딘(이하, NPB로 약기함) 등의 아민 유도체가 이용된다. 이 NPB로 대표되는 아민 유도체는 전자를 받아들이면 분자 구조가 매우 불안정해져 홀 수송 능력의 열화를 초래한다.

NPB의 LUMO 준위는 2.6 eV이며, HOMO 준위는 5.4 eV이다. 또한, LUMO의 에너지의 값이 작을수록 준위가 높아진다.

화학식 4



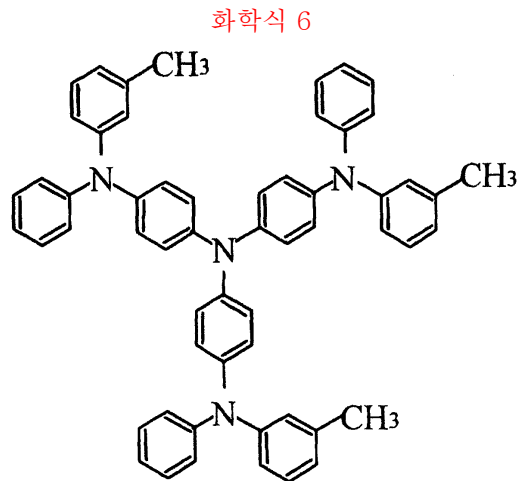
본 실시 형태에서, 홀 수송층 (4)에는 상기한 NPB를 대표로 하는 하기 화학식 5로 표시되는 아민 유도체를 사용할 수 있다.



식 5에서, Ar1 내지 Ar3은 방향족 치환기를 나타내고, 서로 동일하거나 서로 상이할 수도 있다.

또한, 본 실시 형태에서 홀 수송층 (4)에는, 예를 들면 하기 화학식 6으로 표시되는 4,4',4''-트리스(3-메틸페닐페닐아미노)트리페닐아민(이하, MTDATA로 약기함) 등의 유기 재료를 포함한다.

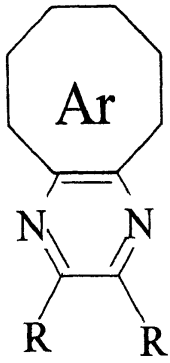
MTDATA의 LUMO 준위는 2.5 eV이고, HOMO 준위는 5.0 eV이다.



중간층 (10) 재료는 LUMO 준위가 홀 수송층 (4)에 이용되는 아민 유도체를 포함하는 재료의 LUMO 준위보다 낮을 뿐만 아니라, 발광층(주황색 발광층 (5))에 이용되는 재료의 LUMO 준위보다 낮은 것이 바람직하다.

본 실시 형태에서, 중간층 (10)은 예를 들면, 하기 화학식 1로 표시되는 분자 구조를 갖는 피라진 유도체이며, 바람직하게는 상술한 홀 주입층과 동일한 HAT-CN6 또는 DTN을 이용하는 것이 가능하다.

<화학식 1>



피라진 유도체

Ar: 아릴기

R:  $-H$ ,  $-C_nH_{2n+1}$  ( $n=1 \sim 10$ ),  
 $-OC_nH_{2n+1}$  ( $n=1 \sim 10$ ),  
 $-N(C_nH_{2n+1})_2$  ( $n=1 \sim 10$ ),  
 $-X$  ( $X = F, Cl, Br, I$ ),  $-CN$ ,

HAT-CN6의 LUMO 준위는 4.4 eV이며, HOMO 준위는 7.0 eV이다. 또한, DTN의 LUMO 준위는 3.9 eV이며, HOMO 준위는 6.5 eV이다.

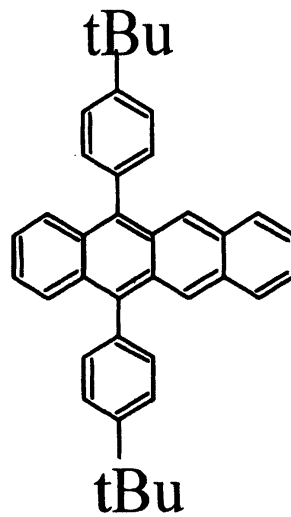
주황색 발광층 (5)는 예를 들면, NPB를 호스트 재료로 하며, 하기 화학식 7로 표시되는 5,12-비스(4-tert-부틸페닐)-나프타센(이하, tBuDPN으로 약기함)을 제1 도펀트로 하고, 하기 화학식 8로 표시되는 5,12-비스(4-(6-메틸벤조티아졸-2-일)페닐)-6,11-디페닐나프타센(이하, DBzR로 약기함)을 제2 도펀트로서 형성한다.

또한, 주황색 발광층 (5)로서는 상술한 MTDATA를 호스트 재료로 하고, 제1 도펀트 및 제2 도펀트를 상기와 동일하게 할 수도 있다.

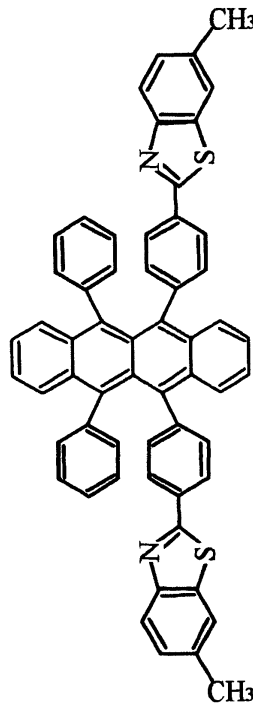
이 경우, 제2 도펀트는 발광하며, 제1 도펀트는 주황색 발광층 (5) 내에서 전자를 수송하는 역할을 한다. 호스트 재료 NPB는 홀 수송성을 가지며 전자 수송성이 작기 때문에, 그것을 보충하기 위해 제1 도펀트를 삽입하고 있다. 이에 따라, 주황색 발광층 (5) 내의 홀과 전자의 캐리어 균형을 맞춰, 재결합을 촉진시키고 있다. 주황색 발광층 (5)는 제2 도펀트로부터의 500 nm보다 크고 650 nm보다 작은 피크 파장을 갖는 주황색광을 발생한다.

tBuDPN의 LUMO 준위는 3.1 eV이며, HOMO 준위는 5.4 eV이다. DBzR의 LUMO 준위는 3.1 eV이며, HOMO 준위는 5.2 eV이다.

화학식 7

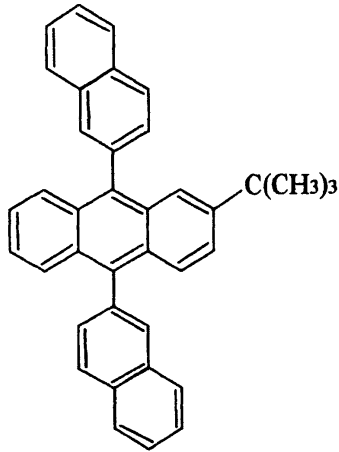


화학식 8

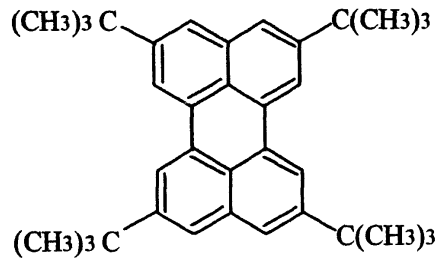


청색 발광층 (6)은 예를 들면, 하기 화학식 9로 표시되는 2,6-디(*t*-부틸)-9,10-디(2-나프틸)안트라센(이하, TBADN으로 약기함)을 호스트 재료로 하고, NPB를 제1 도펀트로 하여, 하기 화학식 10으로 표시되는 1,4,7,10-테트라-*tert*-부틸페릴렌(이하, TBP로 약기함)을 제2 도펀트로서 형성할 수도 있다. 이 경우, 제2 도펀트는 발광하며, 제1 도펀트는 캐리어의 수송을 촉진함으로써 제2 도펀트의 발광을 보조하는 역할을 담당한다. 이에 따라, 청색 발광층 (6)은 400 nm보다 크고 500 nm보다 작은 피크 파장을 갖는 청색광을 발생한다.

화학식 9

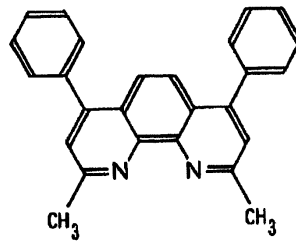


화학식 10



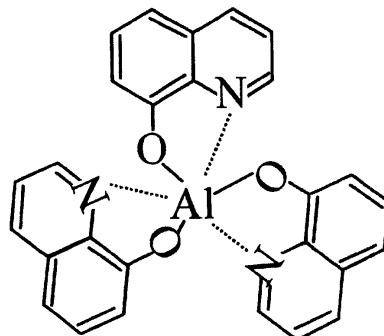
전자 수송층 (7)로서는, 페난트롤린 유도체를 이용할 수 있다. 예를 들면, 하기 화학식 11로 표시되는 2,9-디메틸-4,7-디페닐-1,10-페난트롤린(이하, BCP로 약기함)을 이용할 수 있다. 이 경우, BCP는 높은 전자 이동도를 갖기 때문에, 전자를 효율적으로 청색 발광층 (6) 및 주황색 발광층 (5)로 주입할 수 있다. 이에 따라, 구동 전압이 낮아져 유기 EL 소자 (100)의 소비 전력이 감소된다.

화학식 11



또한, 전자 수송층 (7)로서는, 하기 화학식 12로 표시되는 트리스(8-히드록시퀴놀리네이토)알루미늄(이하, Alq<sub>3</sub>으로 약기함) 또는 옥사디아졸 유도체 및 시롤 유도체 등의 다른 유기 재료를 이용할 수도 있다.

화학식 12



상기한 유기 EL 소자 (100)에서는 양극 (2)와 음극 (8) 사이에 전압을 인가함으로써, 양극 (2)로부터 홀이 주입되고, 음극 (8)로부터 전자가 주입된다. 홀은 홀 수송층 (4) 및 중간층 (10)을 통과하여 주황색 발광층 (5) 및 청색 발광층 (6)으로 수송되며, 전자는 전자 수송층 (7)을 통과하여 청색 발광층 (6) 및 주황색 발광층 (5)로 수송되고, 주황색 발광층 (5) 및 청색 발광층 (6)에서 홀과 전자가 재결합하여 주황색 발광층 (5) 및 청색 발광층 (6)이 발광한다. 그 결과, 백색광이 얻어진다.

이상과 같이, 기판 (1) 위에 적층막 (11), TFT (20), 제1 층간 절연막 (16), 제2 층간 절연막 (17), 적색 컬러 필터층 CFR, 녹색 컬러 필터층 CFG 및 청색 컬러 필터층 CFB, 제1 평탄화층 (18), 제2 평탄화층 (19) 및 유기 EL 소자 (100)이 형성됨으로써, 하부 발광(Bottom Emission) 구조의 유기 EL 장치가 완성된다.

유기 EL 소자 (100)에 의해 발생된 빛은 적색 컬러 필터층 CFR, 녹색 컬러 필터층 CFG 및 청색 컬러 필터층 CFB와 투명한 기판 (1)을 통하여 외부로 취출된다.

이하, 유기 EL 소자 (100)의 구동시에 이동하는 전자 및 홀에 대한 중간층 (10) 및 홀 주입층 (3)의 작용에 대하여 설명한다.

도 2는 중간층 (10)의 LUMO 준위가 홀 수송층 (4) 및 주황색 발광층 (5)의 호스트 재료의 LUMO 준위보다 낮은 경우의 전자와 홀의 이동을 설명하기 위한 도면이다. 또한, 도 2는 홀 수송층 (4) 및 주황색 발광층 (5)의 호스트 재료가 동일한 재료를 포함하며, 홀 주입층 (3) 및 중간층 (10)이 동일한 재료를 포함하는 경우를 나타내고 있지만, 반드시 동일한 재료로 할 필요는 없다.

상술한 바와 같이, 중간층 (10) 및 홀 주입층 (3)에 HAT-CN6을 이용하는 경우, HAT-CN6의 HOMO 준위는 7.0 eV이며, LUMO 준위는 4.4 eV이다.

또한, 홀 수송층 (4) 및 주황색 발광층 (5)의 호스트 재료에 NPB를 이용하는 경우, NPB의 LUMO 준위는 2.6 eV이며, HOMO 준위는 5.4 eV이다.

또한, CF<sub>x</sub>의 LUMO 준위는 2.0 eV 이하이며, HOMO 준위는 5.8 eV 이상이다.

이 경우, 도 2에 도시한 바와 같이, 중간층 (10)의 LUMO 준위가 주황색 발광층 (5)의 호스트 재료의 LUMO 준위 이하이기 때문에, 주황색 발광층 (5)의 호스트 재료로부터 전자가 중간층 (10)으로 이동하지만, 홀 수송층 (4)의 LUMO 준위가 중간층 (10)의 LUMO 준위 이상이기 때문에, 주황색 발광층 (5)의 호스트 재료로부터 중간층 (10)으로 이동한 전자는 홀 수송층 (4)로 이동하는 것이 억제되어, 중간층 (10)에 트랩된다.

또한, 홀 수송층 (4)를 통과한 홀은 이하의 경로를 통과하는 것으로 생각된다. 우선, 제1 경로(도 2 중의 경로 (A))로서 중간층 (10)으로 이동하며, 주황색 발광층 (5)로 이동하여 주황색 발광층 (5) 내에서 전자와 재결합한다. 또한, 중간층 (10)은 박막이기 때문에, 제2 경로(도 2 중의 경로 (B))로서 터널 효과에 의해 홀은 홀 수송층 (4)로부터 주황색 발광층 (5)로 직접 이동하여, 주황색 발광층 (5) 내에서 전자와 재결합한다. 또한, 제3 경로로서 홀은 중간층 (10)으로 이동하여, 트랩된 중간층 (10) 내의 전자와 재결합하여 소멸한다. 또한, 주황색 발광층 (5)의 호스트 재료로부터의 전자는 중간층 (10) 내에서 홀과 재결합하지 않는 경우에도, 중간층 (10)을 이동함으로써 실활한다.

따라서, 홀 수송층 (4)로 진입하는 전자가 감소된다. 그 결과, 홀 수송층 (4)의 열화가 감소되어 유기 EL 소자의 수명이 길어진다.

이와 같이, 본 실시 형태에 따른 유기 EL 소자 (100)에 따르면, 홀 수송층 (4)와 주황색 발광층 (5) 사이에 상기한 바와 같은 중간층 (10)을 형성함으로써, 유기 EL 소자 (100)의 수명을 길게 하는 것이 가능해진다.

또한, 중간층 (10)으로서 이용되는 HAT-CN6의 LUMO 준위와 주황색 발광층 (5)의 호스트 재료로서 이용되는 NPB의 HOMO 준위의 차가 1.0 eV로 작기 때문에, 중간층 (10)이 인접하는 주황색 발광층 (5)로부터 전자를 방출하여, 주황색 발광층 (5) 내에 홀을 발생시키는 것으로 생각된다. 따라서, 주황색 발광층 (5) 내의 홀수가 증대되어, 전자와의 재결합 확률이 증대된다.

따라서, 주황색 발광층 (5)에 대하여, 전자 주입층 (7)로부터의 전자 주입량과 홀 주입층 (3) 및 중간층 (10)으로부터 주입되는 홀량의 균형이 양호해져, 유기 EL 소자 (100)의 발광 효율이 향상된다.

한편, 홀 주입층 (3)으로서 이용되는 HAT-CN6의 LUMO 준위와 홀 수송층 (4)로서 이용되는 NPB의 HOMO 준위의 차가 1.0 eV로 작기 때문에, 홀 주입층 (3)이 홀 수송층 (4)로부터 전자를 끌어당겨 홀 수송층 (4) 내에 홀을 발생시키는 것으로 생각된다(도 2 중의 (C)). 이 홀이 유기 EL 소자 내의 전계에 의해 주황색 발광층 (5) 내로 이동하여, 주황색 발광층 (5) 내에서 전자와 재결합하여 발광하는 것으로 생각된다.

따라서, 주황색 발광층 (5)에 대하여, 전자 주입층 (7)로부터의 전자 주입량과 홀 주입층 (3) 및 중간층 (10)으로부터 주입되는 홀량의 균형이 더욱 양호해져, 유기 EL 소자 (100)의 발광 효율이 더욱 향상된다.

즉, 본 실시 형태에 따른 유기 EL 소자 (100)에서는 발광층 내에서 전자와 홀의 재결합이 효율적으로 행해져, 발광 효율이 향상됨과 동시에 재결합하지 않는 전자에 의한 홀 수송층 (4)의 열화를 보다 방지함으로써, 수명을 향상시킬 수 있다.

상기에서는 발광층으로서 백색 광원을 구성하기 위한 주황색 발광층 (5) 및 청색 발광층 (6)이 형성되어 있지만, 이에 한정되지 않고, 발광층은 1개일 수도 있으며, 다른 파장의 빛을 발생하는 발광층을 더욱 포함할 수도 있다.

또한, 상기에서는 실시 형태에 따른 유기 EL 소자를 구비하는 표시 장치의 1 화소에 대하여 설명하였지만, 이러한 1 화소의 크기를 크게 하는 것이 가능하며, 이러한 화소를 구비한 발광 장치로서 이용하는 것도 가능하다.

본 실시 형태에 따른 유기 EL 소자를 구비하는 표시 장치는 이하의 구성을 가질 수도 있다.

도 3은 다른 실시 형태에 따른 유기 EL 소자를 구비하는 표시 장치의 1 화소를 구성하는 유기 EL 소자를 나타내는 단면도이다. 도 3의 표시 장치는 이하의 부분에서 도 1의 표시 장치와 구조가 상이하다.

도 3의 표시 장치에서는 도 2의 표시 장치와 마찬가지로, 기관 (1) 위에 적층막 (11), TFT (20), 제1 층간 절연막 (16), 제2 층간 절연막 (17), 청색 컬러 필터층 CFB, 제1 평탄화층 (18), 제2 평탄화층 (19) 및 유기 EL 소자 (100)이 형성된다. 또한, 도 3에서도 청색 컬러 필터층 CFB를 예시한다.

그 후, 유기 EL 소자 (100) 위에 투명한 접착제층 (23)을 개재하여 오버 코팅층 (22), 청색 컬러 필터층 CFB 및 투명한 밀봉 기관 (21)이 차례로 적층된 적층체가 접착된다. 이에 따라, 상부 발광(Top Emission) 구조의 표시 장치가 완성된다.

유기 EL 소자 (100)에 의해 발생된 빛은 적색 컬러 필터층 CFR, 녹색 컬러 필터층 CFG 및 청색 컬러 필터층 CFB와 투명한 밀봉 기관 (21)을 통하여 외부로 취출된다.

도 3의 표시 장치에서, 기관 (1)은 불투명한 재료에 의해 형성될 수도 있다. 또한 유기 EL 소자 (100)의 양극 (2)는, 예를 들면 막 두께 약 50 nm의 인듐-주석 산화물(ITO)과 막 두께 약 100 nm의 알루미늄, 크롬 또는 은을 적층함으로써 형성된다. 이 경우, 양극 (2)는 유기 EL 소자 (100)에 의해 발생된 빛을 밀봉 기관 (21)측으로 반사한다.

음극 (8)은 투명한 재료를 포함한다. 음극 (8)은 예를 들면 막 두께 약 100 nm의 인듐-주석 산화물(ITO)과 막 두께 약 20 nm의 은을 적층함으로써 형성된다.

오버 코팅층 (22)는 예를 들면 두께 약 1 μm의 아크릴 수지 등에 의해 형성된다. 적색 컬러 필터층 CFR, 녹색 컬러 필터층 CFG 및 청색 컬러 필터층 CFB는 각각 약 1 μm의 두께를 갖는다.

밀봉 기관 (21)로서는, 예를 들면 유리, 산화 실리콘(SiO<sub>2</sub>)을 포함하는 층 또는 질화 실리콘(SiN<sub>x</sub>)을 포함하는 층을 사용할 수 있다.

도 3의 표시 장치에서는, 상부 발광 구조로 함으로써 TFT (20) 위의 영역도 화소 영역으로서 사용할 수 있다. 즉, 도 3의 표시 장치에서는 도 2의 청색 컬러 필터층 CFB보다 큰 청색 컬러 필터층 CFB를 사용할 수 있다. 이에 따라, 보다 넓은 영역을 화소 영역으로서 사용할 수 있기 때문에, 표시 장치의 발광 효율이 향상된다.

<실시예>

이하, 실시예 및 비교예의 유기 EL 소자를 제조하고, 제조한 유기 EL 소자의 발광 특성을 측정하였다.

(실시예 1)

실시예 1에서는, 도 1의 구조를 갖는 유기 EL 소자를 다음과 같이 제조하였다.

유리를 포함하는 기판 (1) 위에 인듐-주석 산화물(ITO)층을 형성하고, 상기 ITO층 위에 플라즈마 CVD법에 의해  $CF_x$ (불화탄소)층을 형성하여, ITO층과 불화탄소층의 2층 구성인 양극 (2)를 제조하였다. 이 경우의 플라즈마 CVD에서의 플라즈마 방전 시간은 15초로 하였다.

또한, 양극 (2) 위에 홀 주입층 (3), 홀 수송층 (4), 중간층 (10), 주황색 발광층 (5), 청색 발광층 (6) 및 전자 수송층 (7)을 진공 증착에 의해 차례로 형성하였다.

홀 주입층 (3)은 막 두께 10 nm의 HAT-CN6을 포함한다. 홀 수송층 (4)는 막 두께 100 nm의 NPB를 포함한다. 중간층 (10)은 홀 주입층 (3)과 마찬가지로, 막 두께 10 nm의 HAT-CN6을 포함한다.

주황색 발광층 (5)는 막 두께 30 nm를 가지며, NPB를 포함하는 호스트 재료에 tBuDPN을 포함하는 제1 도펀트를 10 부피% 첨가하고, DBzR을 포함하는 제2 도펀트를 3 부피% 첨가함으로써 형성하였다.

청색 발광층 (6)은 막 두께 40 nm를 가지며, 호스트 재료에 NPB를 포함하는 제1 도펀트를 20 부피% 첨가하고, TBP를 포함하는 제2 도펀트를 2.5 부피% 첨가함으로써 형성하였다.

전자 수송층 (7)은 전자 수송성의 재료를 막 두께 10 nm로 성막함으로써 형성하였다. 음극 (8)은 1 nm의 불화리튬(LiF)막 및 200 nm의 알루미늄막을 적층함으로써, 2층 구성을 형성하였다.

(실시예 2)

실시예 2에서는, 홀 수송층 (4)로서의 NPB의 막 두께가 150 nm인 점을 제외하고는 실시예 1과 동일한 유기 EL 소자를 제조하였다.

(실시예 3)

실시예 3에서는, 홀 수송층 (4)로서의 NPB의 막 두께가 80 nm인 점을 제외하고는 실시예 1과 동일한 유기 EL 소자를 제조하였다.

(실시예 4)

실시예 4에서는, 중간층 (10)으로서의 HAT-CN6의 막 두께가 5 nm인 점을 제외하고는 실시예 1과 동일한 유기 EL 소자를 제조하였다.

(실시예 5)

실시예 5에서는, 홀 주입층 (3)으로서의 HAT-CN6의 막 두께가 5 nm인 점을 제외하고는 실시예 1과 동일한 유기 EL 소자를 제조하였다.

(실시예 6)

실시예 6에서는, 중간층 (10)으로서의 HAT-CN6의 막 두께가 5 nm인 점을 제외하고는 실시예 5와 동일한 유기 EL 소자를 제조하였다.

(실시예 7)

실시예 7에서는, 전자 수송층 (7)로서 막 두께 10 nm의 Alq 대신에, 막 두께 3 nm의 BCP를 이용한 점을 제외하고는 실시예 1과 동일한 유기 EL 소자를 제조하였다.

(실시예 8)

실시예 8에서는, 홀 주입층 (3)으로서의 HAT-CN6의 막 두께가 30 nm인 점, 중간층 (10)으로서의 HAT-CN6의 막 두께가 30 nm인 점을 제외하고는 실시예 1과 동일한 유기 EL 소자를 제조하였다.

(실시예 9)

실시예 9에서는, 홀 주입층 (3)으로서의 HAT-CN6의 막 두께가 50 nm인 점, 중간층 (10)으로서의 HAT-CN6의 막 두께가 50 nm인 점을 제외하고는 실시예 1과 동일한 유기 EL 소자를 제조하였다.

(실시예 10)

실시예 10에서는, 홀 수송층 (4)로서 NPB 대신에 MTDATA를 이용한 점, 주황색 발광층 (5)의 호스트 재료로서 NPB 대신에 MTDATA를 이용한 점을 제외하고는 실시예 1과 동일한 유기 EL 소자를 제조하였다.

(실시예 11)

실시예 11에서는, 홀 주입층 (3)을 설치하지 않은 점을 제외하고는 실시예 1과 동일한 유기 EL 소자를 제조하였다.

(비교예 1)

비교예 1에서는, 중간층 (10)을 설치하지 않은 점을 제외하고는 실시예 1과 동일한 유기 EL 소자를 제조하였다.

(비교예 2)

비교예 2에서는, 홀 주입층 (3) 및 중간층 (10)을 설치하지 않은 점을 제외하고는 실시예 1과 동일한 유기 EL 소자를 제조하였다.

(실시예 12)

실시예 12에서는, 홀 주입층 (3)으로서 HAT-CN6 대신에 DTN을 이용한 점, 중간층 (10)으로서 HAT-CN6 대신에 홀 주입층 (3)의 재료와 동일한 DTN을 이용한 점을 제외하고는 실시예 1과 동일한 유기 EL 소자를 제조하였다.

(실시예 13)

실시예 13에서는, 중간층 (10)으로서 HAT-CN6 대신에 DTN을 이용한 점을 제외하고는 실시예 1과 동일한 유기 EL 소자를 제조하였다.

(실시예 14)

실시예 14에서는, 홀 주입층 (3)으로서 HAT-CN6 대신에 DTN을 이용한 점을 제외하고는 실시예 1과 동일한 유기 EL 소자를 제조하였다.

(실시예 15)

실시예 15에서는, 주황색 발광층 (5)를 설치하지 않은 점을 제외하고는 실시예 1과 동일한 유기 EL 소자를 제조하였다. 이 소자의 경우, 청색 발광층 (6)만이 발광하는 청색 발광 소자가 된다.

이상에서 나타난 실시예 1 내지 15 및 비교예 1 및 2의 유기 EL 소자의 홀 주입층 (3), 홀 수송층 (4), 중간층 (10), 주황색 발광층 (5), 청색 발광층 (6) 및 전자 수송층 (7)의 구성을 하기 표 1에 나타내었다. 또한, 각 재료명 뒤의 괄호 안에 기재된 수치는 각 재료의 막 두께(㎚ 단위)이다.

[표 1]

실시예 1	ITO/CFx (30)/(1)	HAT-CN6 (10)	NPB(100)	HAT-CN6 (10)	NPB+10%BDPN +3.0MDBzR(30)	TBADN+20%NPB +2.5%TPP(40)	Aig (10)	LF / AI (1)/(200)
실시예 2	ITO/CFx (30)/(1)	HAT-CN6 (10)	NPB(150)	HAT-CN6 (10)	NPB+10%BDPN +3.0MDBzR(30)	TBADN+20%NPB +2.5%TPP(40)	Aig (10)	LF / AI (1)/(200)
실시예 3	ITO/CFx (30)/(1)	HAT-CN6 (10)	NPB(80)	HAT-CN6 (10)	NPB+10%BDPN +3.0MDBzR(30)	TBADN+20%NPB +2.5%TPP(40)	Aig (10)	LF / AI (1)/(200)
실시예 4	ITO/CFx (30)/(1)	HAT-CN6 (10)	NPB(100)	HAT-CN6 (5)	NPB+10%BDPN +3.0MDBzR(30)	TBADN+20%NPB +2.5%TPP(40)	Aig (10)	LF / AI (1)/(200)
실시예 5	ITO/CFx (30)/(1)	HAT-CN6 (5)	NPB(100)	HAT-CN6 (10)	NPB+10%BDPN +3.0MDBzR(30)	TBADN+20%NPB +2.5%TPP(40)	Aig (10)	LF / AI (1)/(200)
실시예 6	ITO/CFx (30)/(1)	HAT-CN6 (5)	NPB(100)	HAT-CN6 (5)	NPB+10%BDPN +3.0MDBzR(30)	TBADN+20%NPB +2.5%TPP(40)	Aig (10)	LF / AI (1)/(200)
실시예 7	ITO/CFx (30)/(1)	HAT-CN6 (10)	NPB(100)	HAT-CN6 (10)	NPB+10%BDPN +3.0MDBzR(30)	TBADN+20%NPB +2.5%TPP(40)	BCP (3)	LF / AI (1)/(200)
실시예 8	ITO/CFx (30)/(1)	HAT-CN6 (30)	NPB(100)	HAT-CN6 (30)	NPB+10%BDPN +3.0MDBzR(30)	TBADN+20%NPB +2.5%TPP(40)	Aig (10)	LF / AI (1)/(200)
실시예 9	ITO/CFx (30)/(1)	HAT-CN6 (50)	NPB(100)	HAT-CN6 (50)	NPB+10%BDPN +3.0MDBzR(30)	TBADN+20%NPB +2.5%TPP(40)	Aig (10)	LF / AI (1)/(200)
실시예 10	ITO/CFx (30)/(1)	HAT-CN6 (10)	MTDATA(100)	HAT-CN6 (10)	MTDATA+10%BDPN +3.0MDBzR(30)	TBADN+20%NPB +2.5%TPP(40)	Aig (10)	LF / AI (1)/(200)
실시예 11	ITO/CFx (30)/(1)	없음	NPB(100)	HAT-CN6 (10)	NPB+10%BDPN +3.0MDBzR(30)	TBADN+20%NPB +2.5%TPP(40)	Aig (10)	LF / AI (1)/(200)
실시예 12	ITO/CFx (30)/(1)	DTN (10)	NPB(100)	DTN (10)	NPB+10%BDPN +3.0MDBzR(30)	TBADN+20%NPB +2.5%TPP(40)	Aig (10)	LF / AI (1)/(200)
실시예 13	ITO/CFx (30)/(1)	HAT-CN6 (10)	NPB(100)	DTN (10)	NPB+10%BDPN +3.0MDBzR(30)	TBADN+20%NPB +2.5%TPP(40)	Aig (10)	LF / AI (1)/(200)
실시예 14	ITO/CFx (30)/(1)	DTN (10)	NPB(100)	HAT-CN6 (10)	NPB+10%BDPN +3.0MDBzR(30)	TBADN+20%NPB +2.5%TPP(40)	Aig (10)	LF / AI (1)/(200)
실시예 15	ITO/CFx (30)/(1)	HAT-CN6 (10)	NPB(100)	HAT-CN6 (10)	없음	TBADN+20%NPB +2.5%TPP(40)	Aig (10)	LF / AI (1)/(200)
비교예 1	ITO/CFx (30)/(1)	HAT-CN6 (10)	NPB(100)	없음	NPB+10%BDPN +3.0MDBzR(30)	TBADN+20%NPB +2.5%TPP(40)	Aig (10)	LF / AI (1)/(200)
비교예 2	ITO/CFx (30)/(1)	없음	NPB(100)	없음	NPB+10%BDPN +3.0MDBzR(30)	TBADN+20%NPB +2.5%TPP(40)	Aig (10)	LF / AI (1)/(200)

이어서, 상기한 각 실시예 및 비교예에서 사용되는 재료의 HOMO 준위 및 LUMO 준위를 하기 표 2에 나타내었다. 표 2의 HOMO 준위 및 LUMO 준위는 이하에 설명하는 순환전압전류 측정법(CV 측정법)에 의해 측정 가능하다.

우선, NPB에 대하여 이온화 포텐셜 측정 장치(리겐 게이거사제 AC-2)를 이용하여, 표준적 재료 NPB의 박막에서의 이온화 포텐셜을 측정하였다. 상기 이온화 포텐셜 측정으로 측정된 NPB의 이온화 포텐셜은 5.4 eV였다.

이어서, NPB를 CV 측정함으로써 산화 환원 전위를 측정하였다. NPB의 산화 전위는 +0.5 V, 환원 전위는 -2.3 V였다. 따라서, NPB의 HOMO 준위는 5.4 eV, LUMO 준위는 2.6 eV( $5.4 - (0.5 + 2.3) = 2.6$ )로 산출되었다. 또한, 다른 재료의 측정에서는 예를 들면 Alq의 경우, 산화 전위는 +0.8 V, 환원 전위는 -2.0 V였다. 따라서, NPB를 기준으로 한 경우, Alq의 HOMO 준위는 5.7 eV( $5.4 + (0.8 - 0.5) = 5.7$ ), LUMO 준위는 2.9 eV( $5.7 - (0.8 + 2.0) = 2.9$ )가 되었다.

다른 재료에 대해서도 마찬가지로 HOMO 준위 및 LUMO 준위를 산출하였다.

또한, CV 측정에 의한 산화 전위 및 환원 전위의 측정은 이하와 같이 행하였다.

산화 전위는 디클로로메탄을 용매로 하여, 지지 전해질 tert-부틸암모늄퍼클로레이트를 농도  $10^{-1}$  mol/l가 되도록 넣고, 측정 재료를  $10^{-3}$  mol/l가 되도록 넣어 샘플을 제조하였다. 측정 분위기는 대기 중, 실온에서 측정하였다.

환원 전위는 테트라히드로푸란을 용매로 하여, 지지 전해질 tert-부틸암모늄퍼클로레이트를 농도  $10^{-1}$  mol/l가 되도록 넣고, 측정 재료를  $10^{-3}$  mol/l가 되도록 넣어 샘플을 제조하였다. 측정 분위기는 질소 가스 분위기하, 실온에서 측정하였다.

DTN, HAT-CN6, NPB 및 MTDATA에 대하여, HOMO 준위 및 LUMO 준위를 상기한 방법으로 측정한 결과를 하기 표 2에 나타내었다.

[표 2]

	HOMO(eV)	LUMO(eV)
DTN	6.5	3.9
HAT-CN6	7.0	4.4
NPB	5.4	2.6
MTDATA	5.0	2.5

(평가)

이상과 같이 하여 제조한 실시예 1 내지 15 및 비교예 1 및 2의 유기 EL 소자의 20 mA/cm<sup>2</sup>에서의 구동 전압, 발광 효율 및 수명을 측정한 결과를 하기 표 3에 나타내었다. 또한, 수명은 측정 개시시의 휘도 10000 cd/m<sup>2</sup>가 반감될 때까지의 시간이며, 구동 전압은 유기 EL 소자의 20 mA/cm<sup>2</sup>에서의 구동 전압을 측정한 것이다.

[표 3]

	발광 효율 (cd/A)	수명(시간)
실시예 1	13.6	910
실시예 2	13.3	880
실시예 3	14.0	880
실시예 4	13.3	780
실시예 5	13.5	800
실시예 6	13.6	770
실시예 7	13.3	660
실시예 8	13.0	820
실시예 9	12.8	740
실시예 10	13.5	820
실시예 11	12.5	610
실시예 12	12.6	650
실시예 13	12.9	660
실시예 14	13.0	710
실시예 15	10.2	320
비교예 1	11.8	480
비교예 2	11.1	450

이하에 실시예에 대하여, 비교예와 대비시켜 작용 효과를 설명한다.

실시예 1과 비교예 1을 비교하면, 중간층 (10)이 설치되어 있지 않은 비교예 1보다 중간층 (10)으로서 HAT-CN6을 설치한 실시예 1이 수명이 길다는 것을 알 수 있다. 즉, 휘도가 반감될 때까지의 시간이 910/480=약 190 % 신장된 것을 알 수 있다.

실시예 1에서, 홀 수송층 (4)로서 이용되고 있는 NPB의 LUMO 준위는 2.6 eV, 중간층으로서 이용되고 있는 HAT-CN6의 LUMO 준위는 4.4 eV, 중간층 (10)과 접촉하는 주황색 발광층 (5)의 호스트 재료로서 이용되고 있는 NPB의 LUMO 준위는 2.6 eV이며, 중간층 (10)은 홀 수송층 (4)와 발광층 (5)의 각 LUMO 준위보다 낮은 LUMO 준위를 갖는다.

이러한 LUMO 준위를 갖는 재료를 포함하는 중간층 (10)이 설치됨으로써, 주황색 발광층 (5)로부터 유입되는 전자가 중간층 (10)에 의해 트랩되며, 이 중간층 (10)에서 홀 수송층 (4)로부터 이동하는 홀과 재결합되기 때문에, 전자의 홀 수송층 (4)에 대한 이동을 방지할 수 있다. 따라서, 전자에 의한 홀 수송층 (4)의 열화가 억제되어, 유기 EL 소자의 수명이 길어진 것으로 추측된다.

또한, 실시예 1의 유기 EL 소자는 이러한 LUMO 준위를 갖는 재료를 포함하는 중간층 (10)을 설치함과 동시에 홀 주입층 (3)을 설치함으로써, 홀 주입층 (3)을 설치하고 있지 않은 실시예 (11)과 비교하면, 유기 EL 소자의 발광 효율과 수명이 향상되고 있다는 것을 알 수 있다.

또한, 중간층 (10)으로서 이용되고 있는 HAT-CN6의 LUMO 준위는 4.4 eV, 상기 중간층 (10)과 접촉하고 있는 주황색 발광층 (5)로서 이용되고 있는 NPB의 HOMO 준위는 5.4 eV이며, 이 둘의 에너지 준위의 차는 1.0 eV이다. 이 값은 1.5 eV보다 작기 때문에, 즉, 중간층 (10)의 LUMO 준위와 주황색 발광층 (5)의 HOMO 준위가 근접한 준위에 있기 때문에, 중간층 (10)으로 전자가 끌려 당겨지며, 전자와 홀이 분리되어 발광층 (6)에 홀이 발생하고, 발광층에서의 전자와의 재결합에 사용되어 발광 효율의 향상에 기여한다. 이 때 중간층 (10)으로 끌려 당겨진 전자는 상술한 바와 같은 발광층을 경유한 전자와 마찬가지로, 홀 수송층 (4)와 주황색 발광층 (5)의 포텐셜 장벽 사이에 갇혀, 결국 중간층 (10)에서 홀과 재결합하게 된다. 이러한 재결합에 의해 생긴 여기자(勵起子)는 비방사 실패한다.

이와 같이, 실시예 1의 유기 EL 소자는 그의 중간층 (10)의 존재가 전자를 트랩할 수 있는 제1 작용 뿐만 아니라, 주황색 발광층 (5)에 홀을 공급하여 전자와의 재결합을 촉진하는 제2 작용을 발생시키기 때문에, 이들 작용의 협력에 의해 홀 수송층 (4)의 전자에 의한 열화를 억제할 수 있다. 즉, 제2 작용에 의해 주황색 발광층 (5)를 통과하는 전자의 양을 감소시키

면서, 제1 작용에 의해 주황색 발광층 (5)를 통과한 전자가 홀 수송층까지 이동하지 않도록 트랩할 수 있기 때문에, 홀 수송층 (4)의 전자에 의한 열화가 억제되어, 유기 EL 소자의 장기 수명화를 실현하는 것이다. 물론, 제2 작용에 의해 발광 효율의 향상도 도모할 수 있다.

또한, 실시예 1의 경우, 홀 수송층 (4)에 이용되고 있는 NPB의 HOMO 준위는 5.4 eV, 홀 주입층 (3)에 이용되고 있는 HAT-CN6의 LUMO 준위는 4.4 eV이며, 양자의 에너지 준위의 차는 1.0 eV가 된다. 이 값은 1.5 eV보다 작기 때문에, 즉 홀 주입층 (3)의 LUMO 준위와 홀 수송층 (4)의 HOMO 준위가 근접한 준위에 있기 때문에, 홀 주입층 (3)으로 전자가 끌려 당겨져 전자와 홀이 분리되어 홀 수송층 (4)에 홀이 발생하고, 이 홀이 양극 (3)으로부터 주입된 홀과 서로 조화를 이루어 주황색 발광층 (5)에 공급되어, 주황색 발광층 (5)에서의 전자와의 재결합에 사용된다. 이것은 상술한 바와 같은 홀 주입층 (3)을 구비하지 않는 실시예 11의 발광 효율에 비해, 상술한 홀 수송층을 구비하는 실시예 1의 발광 효율이 높다는 것을 뒷받침하고 있다.

이어서, 중간층 (10)과 홀 주입층 (3)의 막 두께에 대하여, 실시예 1, 실시예 4 내지 6, 실시예 8 및 실시예 9의 설명을 추가한다.

실시예 1, 실시예 6, 실시예 8 및 실시예 9는 홀 수송층 (4)로서 동일한 막 두께의 HAT-CN6가 이용되고 있으며, 각각의 실시예에서 홀 주입층 (3) 및 중간층 (10)의 막 두께가 다르다. HAT-CN6의 막 두께가 50 nm, 5 nm, 30 nm 및 10 nm의 순서대로 유기 EL 소자의 수명이 길어지며, 10 nm에서 수명이 최대라는 것을 알 수 있다.

실시예 4 및 실시예 5는 실시예 6과 각각 홀 주입층 (3) 및 중간층 (10)의 막 두께가 다르며, 실시예 1과 각각 중간층 (10) 및 홀 주입층 (3)의 막 두께가 다르다. 실시예 4 및 실시예 5는 실시예 6보다 유기 EL 소자의 수명이 길지만, 실시예 1보다는 수명이 짧다는 것을 알 수 있다. 이들의 결과로부터, 홀 주입층 (3) 및 중간층 (10)으로서 이용되는 HAT-CN6의 막 두께는 모두 10 nm가 바람직하다는 것을 알 수 있다.

이어서, 실시예 12와 비교예 2를 비교하면, 실시예 12가 유기 EL 소자의 수명이 길기 때문에, 홀 주입층 (3) 및 중간층 (10)으로서 DTN을 이용하여도 유기 EL 소자의 수명을 향상시킬 수 있다는 것을 알 수 있다.

이어서, 실시예 13과 비교예 1을 비교하면, 중간층 (10)이 설치되어 있지 않은 경우보다, DTN을 포함하는 중간층 (10)이 설치되어 있는 것이 유기 EL 소자의 수명이 길어진다는 것을 알 수 있다. 또한, 이 결과로부터, 홀 주입층 (3)과 중간층 (10)이 다른 재료를 포함하는 경우에도, 유기 EL 소자의 수명이 길어진다는 것을 알 수 있다.

마찬가지로, 실시예 11과 실시예 14를 비교하면, 홀 주입층 (3)이 설치되어 있지 않은 경우보다, DTN을 포함하는 홀 주입층 (3)이 설치되어 있는 것이 유기 EL 소자의 수명이 길어진다는 것을 알 수 있다. 또한, 이 결과로부터도, 홀 주입층 (3)과 중간층 (10)이 다른 피라진 유도체를 포함하는 재료를 포함하는 경우에도, 유기 EL 소자의 수명이 길어진다는 것을 알 수 있다.

또한, 실시예 1, 실시예 12 내지 14를 비교하면, 홀 주입층 (3) 및 중간층 (10)으로서 DTN보다 HAT-CN6을 이용한 것이 유기 EL 소자의 수명이 길다는 것을 알 수 있다. 홀 수송층 (4) 및 중간층 (10)과 접촉하는 주황색 발광층 (5)의 호스트 재료로서 이용되는 NPB의 HOMO 준위가 5.4 eV, 홀 주입층 (3) 또는 중간층 (10)으로서 이용되는 DTN, HAT-CN6의 LUMO 준위가 각각 3.9 eV, 4.4 eV이다. 따라서, NPB의 HOMO 준위와 HAT-CN6, DTN의 LUMO 준위의 차는 각각 1.0 eV, 1.5 eV이며, HAT-CN6의 LUMO 준위가 DTN의 준위보다 NPB의 HOMO 준위에 근접하므로, 상술한 제2 작용이 커지기 때문에, DTN보다 HAT-CN6을 이용하는 것이 유기 EL 소자의 수명이 길어진다고 생각된다.

실시예 1 내지 3을 비교하면, 홀 수송층 (4)로서 이용되는 NPB의 막 두께가 80 nm, 100 nm, 150 nm 중, 100 nm가 가장 유기 EL 소자의 수명이 길다는 것을 알 수 있다. 이 결과로부터, 홀 수송층 (4)로서 이용되는 NPB의 막 두께는 100 nm가 바람직하다는 것을 알 수 있다.

실시예 10과 비교예 2를 비교하면, 홀 수송층 (4)로서 NPB 대신에 마찬가지로 아민 유도체인 MTDATA를 이용한 경우에도, HAT-CN6을 포함하는 홀 주입층 (3) 및 중간층 (10)이 설치되어 있으면, 유기 EL 소자의 수명이 길어진다는 것을 알 수 있다.

또한, 실시예 1과 실시예 10을 비교하면, 홀 수송층 (4)로서 NPB를 이용한 것이 유기 EL 소자의 수명이 길어진다는 것을 알 수 있다. 이 결과로부터, 홀 수송층 (4)의 재료로서는 NPB가 보다 바람직하다는 것을 알 수 있다.

본 발명에 따른 유기 전계 발광 소자 및 그것을 구비하는 표시 장치 또는 발광 장치는 상술한 실시예만으로 한정되지 않으며, 본 실시예의 구성 요건을 치환한 기술 또는 추가·변동된 기술을 포함하고, 전체의 균등물을 포함하는 것이다. 예를 들면, 상술한 유기 전계 발광 소자 구조, 홀 주입층 (3), 홀 수송층 (4) 및 중간층 (10)의 재료 또는 막 두께 등은 명세서의 기재에 한정되는 것이 아니다.

### 발명의 효과

본 발명에 따른 유기 전계 발광 소자 및 그것을 구비하는 표시 장치 또는 발광 장치에 따르면, 홀 수송층에 침입하는 전자를 감소시킬 수 있기 때문에 홀 수송층의 열화가 억제되며, 유기 전계 발광 소자 및 그것을 구비하는 표시 장치 또는 발광 장치의 장기 수명화를 도모할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 한 실시 형태에 따른 유기 EL 소자를 나타내는 모식적인 단면도이다.

도 2는 중간층 (10)의 LUMO 준위가 홀 수송층 (4) 및 주황색 발광층 (5)의 호스트 재료의 LUMO 준위보다 낮은 경우의 전자와 홀의 이동을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 발명의 다른 실시 형태에 따른 유기 EL 소자를 나타내는 모식적인 단면도이다.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 간단한 설명>

1: 기판

2: 양극

3: 홀 주입층

4: 홀 수송층

5: 주황색 발광층

6: 청색 발광층

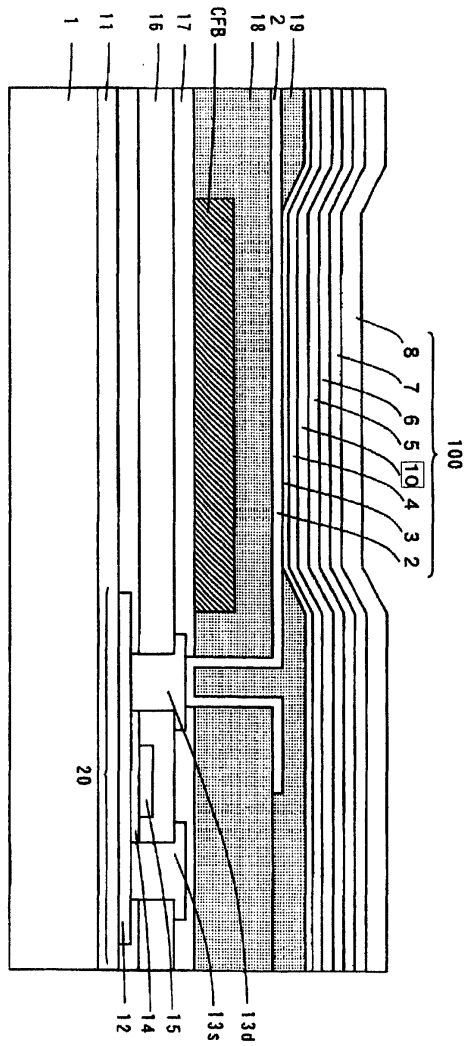
8: 음극

10: 중간층

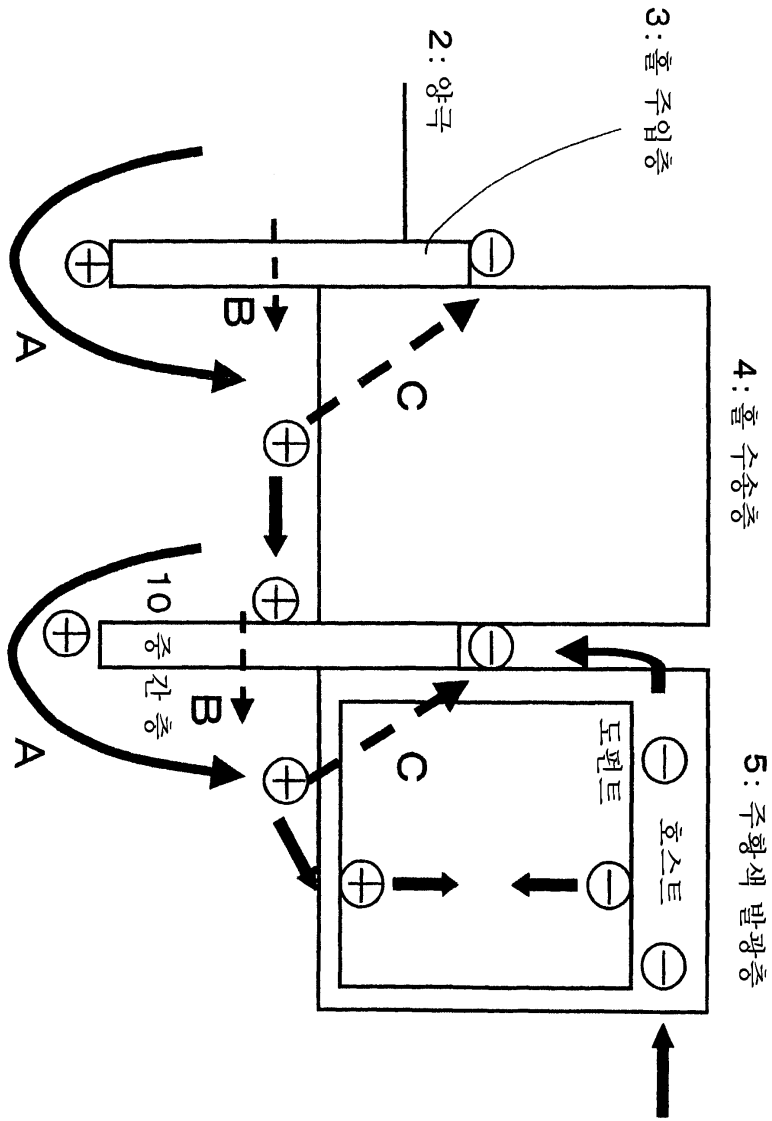
100: 유기 전계 발광 소자

### 도면

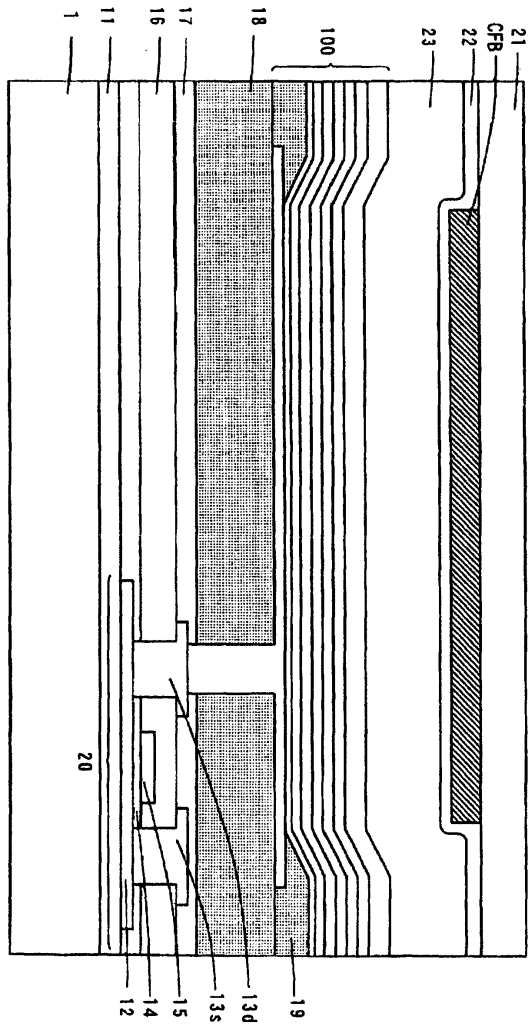
도면1



도면2



도면3



专利名称(译)	有机电致发光器件和具有该有机电致发光器件的显示器件或发光器件		
公开(公告)号	<a href="#">KR1020070003619A</a>	公开(公告)日	2007-01-05
申请号	KR1020060059180	申请日	2006-06-29
[标]申请(专利权)人(译)	三洋电机株式会社 山洋电气株式会社		
申请(专利权)人(译)	三洋电机有限公司是分租		
当前申请(专利权)人(译)	三洋电机有限公司是分租		
[标]发明人	HAMADA YUJI 하마다유지 HASHIMOTO HARUHISA 하시모또하루히사 IYORI MASAHIRO 이요리마사히로 NISHIMURA KAZUKI 니시무라가즈끼 OKUMOTO KENJI 오쿠모또겐지 NAKAI MASAYA 나카이마사야		
发明人	하마다,유지 하시모또,하루히사 이요리,마사히로 니시무라,가즈끼 오쿠모또,겐지 나카이,마사야		
IPC分类号	H05B33/20		
CPC分类号	C09K2211/1011 H01L51/0072 H01L51/0059 C09K2211/1007 Y10S428/917 H01L51/0054 H01L51/5096 C09K2211/1037 H01L51/0081 C09K11/06 Y10T428/24942		
代理人(译)	CHU, 晟敏 CHANG, SOO KIL		
优先权	2005193215 2005-06-30 JP		
其他公开文献	KR101309875B1		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

本发明涉及具有长寿命的有机电致发光器件的目的。它确实如此。为了实现该目的，在阳极和发光层之间从阳极注入用于传输的空穴传输层的空穴建立在包括阳极和阴极之间包括有机材料的发光层的有机电致发光器件中。并且制成发光层。与此同时，具有最低未占分子轨道能级的中间层低于空穴传输层的每个最低未占分子轨道和空穴传输层之间的发光层的能级。设置发光层。有机电致发光器件，发光层，空穴氢层，能级。

